

**VEHICLE TRACTIVE RESISTANCE CHECKING METHOD**

**Patent number:** RU2130599  
**Publication date:** 1999-05-20  
**Inventor:** PETRUSHOV V A  
**Applicant:** YJ I AVTOMOTORNYJ INST NAMI;; TSENTRAL NYJ NI  
SKIJ AVTOMOBIL  
**Classification:**  
- **International:** G01M17/00  
- **european:**  
**Application number:** RU19960120656 19961015  
**Priority number(s):** RU19960120656 19961015

[Report a data error here](#)

**Abstract of RU2130599**

**FIELD:** transport engineering. **SUBSTANCE:** invention provides determining aerodynamic drag and rolling resistance of vehicle on dynamic roads of proving grounds both with long and short (600-900 m) measuring sections by retardation method. Method does not require measuring speed or acceleration which are replaced by recording retardation time and accurate marking of route. Retardation method is used for checking on measuring sections separated by intermediate section, length of first measuring section in direction of checking being equal to length of second section. Retardation time is recorded from section borders to moment of stopping and then parameters of resistance to movement are determined basing on relationship between lengths of measuring sections and values of retardation time. Lengths and relative location of measuring sections are chosen to provide minimum discordance in values of difference of each two recorded time values in row. If near measuring sections are separated from each other by noneven and/or nonstraight line sections, measuring sections are divided additionally into lengths with recording of retardation time from their borders and then recording of retardation time is interrupted on intermediate section without interrupting the movement, and retardation time on intermediate section and parameters of resistance are found from two or more relationships of road lengths as a function of recorded retardation time on measuring sections. Moments of passage of measuring section and length borders can be recorded by vehicle crankshaft revolutions with precisely measured rolling radius. **EFFECT:** provision of high accuracy and reproducibility of results. 3 cl, 11 dwg

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

**BEST AVAILABLE COPY**

## © WPI / DERWENT

- AN - 2000-301789 I261
- TI - Vehicle ~~traction resistance~~ checking method
- AB - RU2130599 NOVELTY - Invention provides determining aerodynamic drag ~~and rolling~~ resistance of dynamic roads of proving grounds both with long and short (600-900 m) measuring sections by ~~one~~ method. Method does not require measuring speed or acceleration which are replaced by record time and accurate marking of route. Retardation method is used for checking on measuring section by intermediate section, length of first measuring section in direction of checking being equal to second section. Retardation time is recorded from section borders ~~to moment of stopping and~~ of ~~resistance to movement~~ are determined basing on relationship between lengths of measuring values of retardation times and relative location of measuring sections are chosen to provide discordance in values ~~of difference~~ of each two recorded time values in row. If near measuring sections separated from each other by noneven and/or non straight line sections, measuring sections are additionally divided into lengths with recording of retardation time from their borders and then record time is interrupted on intermediate section without interrupting the movement, and retardation of intermediate section and parameters of resistance are found from two or more relationships of a function of recorded retardation time on measuring sections. Moments of passage of measuring length borders can be recorded by vehicle crankshaft revolutions with precisely measured rolling resistance.
- USE - Transport engineering.
- ADVANTAGE - Provision of high accuracy and reproducibility of results. 3 cl, 11 dwg  
(Dwg.1/1)
- IW - VEHICLE ~~traction resistance~~ CHECK METHOD
- PN - RU2130599 C1 19990520 DW200026 C01M17/00 000pp
- IC - G01M17/00
- MC - S02-J02
- DC - S02
- PA - (CARH ) CAR ENGINE RES INST  
- (PETR-I) PETRUSHOV V A
- IN - PETRUSHOV V A
- AP - RU19960120656 19961015
- PR - RU19960120656 19961015



(19) RU<sup>(11)</sup> 2 130 599<sup>(13)</sup> С1  
(51) МПК<sup>6</sup> G 01 M 17/00

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 96120656/28, 15.10.1996

(46) Дата публикации: 20.05.1999

(56) Ссылки: RU 1386862 A 03.04.88. RU 1150512 A 09.07.81.

(98) Адрес для переписки:  
121069, Москва, ул.М.Никитская, 16-127,  
Петрушов В.А.

(71) Заявитель:

Центральный научно-исследовательский  
автомобильный и автомоторный институт  
НАМИ

(72) Изобретатель: Петрушов В.А.

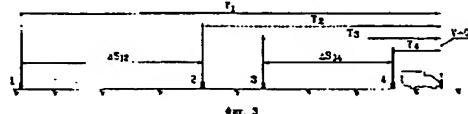
(73) Патентообладатель:  
Петрушов Владимир Алексеевич

(54) СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЮ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

(57) Реферат:

Изобретение позволяет с высокой точностью и воспроизводимостью результатов определять по методу выбега аэродинамического сопротивления и сопротивления качению транспортных средств на динамических дорогах автополигонов как с длинными, так и с укороченными (600-900 м) измерительными участками. Способ не требует измерений скорости или ускорения, которые заменяются регистрацией времени выбега и точной разметкой трассы. Выбег осуществляют на измерительных участках, отделенных друг от друга промежуточным участком, причем длина первого по ходу измерительного участка больше или равна длине второго участка. При этом регистрируют время выбега от границ участков до момента остановки, а затем из зависимости между длинами измерительных участков и значениями времени выбега определяют параметры сопротивлений движению. Длины и относительное расположение измерительных участков выбирают из условия минимального расхождения величин разностей каждого двух

соседних в ряду регистрируемых значений времени. Если измерительные участки отделены друг от друга промежуточными неровными и/или непрямолинейными участками, то измерительные участки дополнительно разбивают на отрезки, с регистрацией времени выбега от их границ, затем регистрацию времени выбега прерывают на промежуточном участке при сохранении непрерывности движения, а время выбега на промежуточном участке и параметры сопротивлений движению определяют из двух или более соотношений длин отрезков как функций регистрируемого времени выбега на измерительных участках. Моменты прохождения границ измерительных участков и отрезков можно также регистрировать по числу оборотов колеса транспортного средства с прецизионно измеренным радиусом качения. 2 з.п. ф-лы, 11 ил.



R  
U  
2  
1  
3  
0  
5  
9  
9  
C  
1

C  
1  
9  
9  
0  
5  
0  
3  
1  
2  
U



(19) RU (11) 2 130 599 (13) C1  
(51) Int. Cl. 6 G 01 M 17/00

RUSSIAN AGENCY  
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: 96120656/28, 15.10.1996

(46) Date of publication: 20.05.1999

(48) Mail address:  
121069, Moskva, ul.M.Nikitskaja, 16-127,  
Petrushov V.A.

(71) Applicant:  
Tsentral'nyj nauchno-issledovatel'skij  
avtomobil'nyj i avtomotornyj institut NAMI

(72) Inventor: Petrushov V.A.

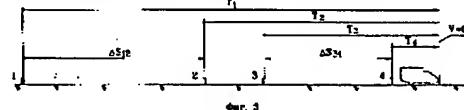
(73) Proprietor:  
Petrushov Vladimir Alekseevich

(54) VEHICLE TRACTIVE RESISTANCE CHECKING METHOD

(57) Abstract:

FIELD: transport engineering. SUBSTANCE: invention provides determining aerodynamic drag and rolling resistance of vehicle on dynamic roads of proving grounds both with long and short (600-900 m) measuring sections by retardation method. Method does not require measuring speed or acceleration which are replaced by recording retardation time and accurate marking of route. Retardation method is used for checking on measuring sections separated by intermediate section, length of first measuring section in direction of checking being equal to length of second section. Retardation time is recorded from section borders to moment of stopping and then parameters of resistance to movement are determined basing on relationship between lengths of measuring sections and values of retardation time. Lengths and relative location of measuring sections are chosen to provide minimum discordance in values of difference of each two recorded time values in row. If near

measuring sections are separated from each other by noneven and/or nonstraight line sections, measuring sections are divided additionally into lengths with recording of retardation time from their borders and then recording of retardation time is interrupted on intermediate section without interrupting the movement, and retardation time on intermediate section and parameters of resistance are found from two or more relationships of road lengths as a function of recorded retardation time on measuring sections. Moments of passage of measuring section and length borders can be recorded by vehicle crankshaft revolutions with precisely measured rolling radius. EFFECT: provision of high accuracy and reproducibility of results. 3 cl, 11 dwg



R  
U  
2  
1  
3  
0  
5  
9  
9  
C  
1

C  
1  
9  
6  
5  
6  
0  
3  
0  
2  
1  
U

RU 2130599 C1

C1 9 6 5 0 3 1 2 RU

Техническое решение относится к области испытаний транспортных средств и может быть использовано для определения сопротивления движению автомобилей в дорожных условиях методом выбега (затухающего движения по инерции).

Известно большое количество разновидностей способов применения метода выбега, который заключается в том, что автомобиль разгоняют на испытательной трассе до некоторой скорости, затем непосредственно перед входом на измерительный участок отсоединяют двигатель от трансмиссии и переходят в режим выбега. При этом измеряют скорость или замедление автомобиля в функции времени - что является главной особенностью всех этих методик - и по ним судят о силах сопротивления движению [1-12]. Однако погрешность измерения скорости и ее производной всегда выше, чем в случае измерений пути и времени выбега, т. к. она равна сумме погрешностей измерения последних.

Известен разработанный заявителем способ определения сопротивления движению автомобилей методом выбега [13], взятый за прототип, который основан на измерении пути и времени выбега, не требуя измерений скорости, и заключается в том, что осуществляют выбег транспортного средства на предварительно размеченному на отрезки, например с помощью вешек или меток, измерительном участке дороги (фиг. 1), при этом значения времени движения  $T_1, T_2, T_3$  измеряют параллельно с помощью нескольких секундомеров, включаемых последовательно на границах двух примыкающих друг к другу отрезков пути 1-2 и 2-3 одинаковой длины, меньшей половины пути выбега, но большей одной его трети, а выключаемых одновременно в момент остановки транспортного средства. Затем сопротивление движению определяют с помощью математической зависимости пути - времени, не содержащей скорости и включающей измеренные величины времени выбега, а также длины указанных отрезков пути ( $S_D$ ). Такую зависимость получают из дифференциального уравнения, описывающего движение в режиме выбега

$$\frac{d^2v}{dt^2} = a + bV + cV^2, \quad (1)$$

где  $a$  - коэффициент вращающихся масс автомобиля;

$g$  - ускорение силы тяжести;

$V$  - скорость;

$t$  - время;

$a, b, c$  - параметры сопротивлений движению.

Для этого интегрируют уравнение движения (1) способом подстановки остаточного времени выбега  $T$ , т.е. времени, остающегося до прибытия автомобиля в точку остановки, и получают [14]

$$S = \frac{b}{gc} \left[ \ln \frac{\cos \beta_0}{\cos (cT + \beta_0)} - bt \right], \quad (2)$$

$$\text{где } \beta_0 = \arctan \frac{h}{b}; \quad (3)$$

$$h = \frac{gb}{2c}; \quad (4)$$

$$h = \frac{g}{2c} \sqrt{4ac - b^2}. \quad (5)$$

Величину измерительного участка  $S_D$  представляют с помощью формулы (2) в виде

$$S_D = S_1 - S_2 = \frac{b}{gc} \left[ \ln \frac{\cos(c(T_2 + \beta_0))}{\cos(c(T_1 + \beta_0))} - h(T_1 - T_2) \right]. \quad (6)$$

Аналогичное выражение составляют и для разности  $S_2 - S_3$ , приравнивая которую к формуле (6) получают уравнение относительно  $B$  с параметрами  $T_1, T_2, T_3$ .

Решая такое уравнение (6), определяют параметры  $B, h$ , с помощью которых вычисляют коэффициенты  $c$  и  $a$  сопротивлений движения автомобиля.

За счет исключения измерений скорости как основного источника погрешностей, а также за счет замены измерений пути высокоточной разметкой испытательной трассы достигается повышение чувствительности метода, а также точности и воспроизводимости результатов по сравнению с методами, в которых измерение скорости присутствует.

Однако при таком способе необходимо выполнять измерения в течение полного времени выбега, что требует значительных длин измерительных участков дороги при условии их горизонтальности и прямолинейности от начала выбега до точки полной остановки автомобиля. Обычно потребная суммарная длина этих участков составляет от 1,2 до 2,4 км в зависимости от типа испытываемого автомобиля. Кроме того, в этом методе используют координаты лишь трех точек кривой пути - времени (фиг. 6), что оставляет резервы более полного использования данных, описываемых этой кривой.

Известен также разработанный с участием заявителя способ определения аэродинамического сопротивления автомобилей на укороченных (500-800 м) трассах (фиг. 2), являющийся модификацией способа, взятого за прототип, и основанный на использовании той же зависимости пути - времени (2), не содержащей скорости [15]. Согласно этому способу, на относительно коротком измерительном участке трассы, разбиваемом на три равных отрезка, за один заезд выполняют лишь фрагмент выбега без доведения затухающего движения транспортного средства до остановки. При этом остающееся неизмеренным время выбега с момента выхода транспортного средства с измерительного участка до момента его остановки  $T_f$  вычисляется наряду с параметром  $B$  из системы уравнений, составленной с помощью формулы (2), записанной для каждого из отрезков с использованием условия равенства этих отрезков и значений измеренного времени выбега от их начальных границ до последней границы. Поскольку при выбеге со скоростями, близкими к максимальным скоростям автомобиля, экстраполяционным вычислениям подвергается величина  $T_f$ , времени выбега до полной остановки, значительно превосходящая время выбега по измерительному участку ( $T_1, T_2, T_3$ ), то ошибка ее вычисления значительно

R U 2 1 3 0 5 9 9 C 1

превосходит погрешность измеренных значений времени выбега на измерительном участке, в результате чего вычисление параметров  $a$ ,  $b$ , с сопротивлением движению этим способом по результатам выбега только с высоких скоростей не дает корректных результатов. Поэтому в данный способ включены две серии фрагментов выбега: с высоких и с малых скоростей, в ходе которых получают данные для вычисления параметров сопротивлений движению. При этом вначале производят заезды (выбеги) с малых скоростей также без доведения их до полной остановки, вычисляя время  $T_{11}$ , и по их результатам в предположении отсутствия влияния сил сопротивлений, пропорциональных второй степени скорости (т.е. в предположении  $c=0$ ), вычисляют параметр  $a$ , характеризующий сопротивление качению. Далее на том же измерительном участке выполняют выбеги с высоких скоростей и по их результатам, в предположении известной величины коэффициента  $a$ , вычисляют время  $T_{12}$ , параметр  $c$ , характеризующий аэродинамическое сопротивление, и часть сопротивлений качению, пропорциональных квадрату скорости.

Указанный способ не обеспечивает достаточной точности, чувствительности и воспроизводимости результатов, уступая по этим показателям способу, взятому за прототип. Основными причинами этого являются значительная экстраполяционная протяженность и, как следствие, погрешность вычисляемых значений времени  $T_{11}$  и  $T_{12}$  по отношению к значениям времени, зафиксированным на измерительном участке. Имеет место как минимум удвоение погрешности определения параметров сопротивления движению за счет необходимости вычислять эти две величины  $T_{11}$  и  $T_{12}$  в опытах как с малыми, так и с высокими скоростями. Кроме того, отрицательное влияние оказывает и предпосылка  $c=0$  при обработке опытов с малыми скоростями, поскольку рост сопротивления качению начинается со скорости, близкой к нулю, а аэродинамические сопротивления становятся ощутимыми уже на скоростях 25-30 км/ч.

Решаемой задачей является достижение универсальности способа за счет возможности его применения как на длинных, так и на коротких трассах, а также дальнейшее повышение точности и чувствительности способа за счет более полного использования параметров характерных точек экспериментальной зависимости путь - время и сведения к минимуму вычисляемого интервала времени выбега путем движения автомобиля до полной остановки.

Для решения указанной задачи при определении сопротивления движению транспортного средства выбег производят на испытательной трассе с измерительными участками, размеченными на ней по результатам предварительного выбега, регистрируют время выбега от границ измерительных участков и содержащихся в них отрезков до момента остановки, а затем определяют сопротивления движению по зависимости между длинами измерительных участков и значениями времени, не

содержащей скорости, при этом предварительный выбег совершают со скоростью, выбранной исходя из условий и задач эксперимента, до остановки транспортного средства, измеряют время выбега и путь для построения кривой пути в функции времени, на основании которой выбирают длины и относительное расположение измерительных участков на испытательной трассе, причем длину первого по ходу транспортного средства измерительного участка выбирают большей длины второго измерительного участка с отделением их друг от друга промежуточным участком, при условии прохождения каждого из измерительных участков транспортным средством с примерно одинаковым временем.

В случае, если на испытательной трассе имеется неровный и/или непрямолинейный участок, то промежуточный участок располагают с возможностью полного перекрытия им этого участка, больший измерительный участок разбивают не менее чем на три отрезка, а меньший не менее чем на два отрезка для дополнительных измерений времени.

Моменты прохождения границ измерительных участков и отрезков могут регистрироваться по числу оборотов колеса транспортного средства с прецизионно измеренным радиусом качения.

На фиг. 1 показана схема разметки трассы и измерения времени выбега по способу, описанному в патенте РФ 1150512 (прототип, [13]).

На фиг. 2 - то же, по способу, разработанному для укороченных трасс (аналог, [15]).

На фиг. 3 - то же, по заявляемому способу для случая, когда длина измерительного участка больше пути выбега.

На фиг. 4 - то же, по заявляемому способу для случая, когда длина измерительного участка (участков) меньше полного пути выбега с разбивкой его (их) на два отрезка.

На фиг. 5 - то же, вариант с разбивкой на три отрезка.

На фиг. 6 показана графическая зависимость путь - время для схемы, представленной на фиг. 3.

На фиг. 7 - 9 показаны варианты трассы, на которой прямолинейные участки разделены между собой криволинейным участком.

На фиг. 10 показана графическая интерпретация определения времени выбега между измерительными участками с помощью зависимости путь - время для измерительной схемы, показанной на фиг. 5.

На фиг. 11 показано размещение на автомобиле регистрирующего прибора и датчиков для подачи и регистрации сигналов отметки времени по числу оборотов колеса.

Способ определения сопротивлений движению транспортного средства осуществляется следующим образом. На ровной горизонтальной прямолинейной дороге совершают предварительный выбег со скоростью, выбранной исходя из задач и условий эксперимента, до остановки автомобиля и затем измеряют путь выбега.

Если длина имеющейся ровной горизонтальной прямолинейной части испытательной трассы превосходит путь выбега, то на ней размечают два не граничащих между собой измерительных

С 1 9 6 5 0 3 1 2 0 9 5 9 0 1 2 1 3 0 5 9 9 1 1

участка 1-2 и 3-4 (фиг.3), каждый из которых оказывается значительно короче всей испытательной трассы. Разметку трассы производят путем установки меток на границах измерительных участков в точках 1, 2, 3, 4. При этом длину первого по ходу движения участка 1-2 ( $\Delta S_{12}$ ) задают большей или равной длине второго участка 3-4 ( $\Delta S_{34}$ ), с тем чтобы время прохождения автомобилем каждого из них, т.е.  $T_1-T_2$ ,  $T_3-T_4$ , и, следовательно, точность измерения соответствующих интервалов времени были бы примерно одинаковыми, несмотря на различие скоростей движения автомобиля по первому и второму участкам. Этого достигают путем использования кривой выбега S-T (фиг. 6), выбирая длины  $\Delta S_{12}$  и  $\Delta S_{34}$  из условия  $\Delta t' = \Delta t'' \approx \Delta t'''$ . Эксперимент производят с помощью установленных на автомобиле прибора измерения времени и суперкомпактного ретрорефлексного датчика, который не должен искажать взрыводинамическую конфигурацию автомобиля. Прибор измерения времени представляет собой электронный аналог блока прецизионных секундомеров, поочередно включающихся с помощью сигнала ретрорефлексного датчика при прохождении автомобилем меток, выполненных, например, в виде стоеч с наклеенной на них световозвращающей пленкой, которая отражает оптические сигналы датчика.

Регистрация моментов прохождения границ измерительных участков, т.е. подача сигналов начала отсчета времени, может осуществляться также путем отсчета оборотов колеса с прецизионно измеренным радиусом качения. На фиг.11 показана установка фотоэлектрического датчика 1, который реагирует на световозвращающую пластину 2, закрепленную на колесе автомобиля, обеспечивая подачу регулярных сигналов на программируемый счетчик числа оборотов, который встроен в регистрирующий прибор 3 и через заданное оператором количество оборотов подает сигнал на отсчет времени секундомерами этого прибора. Числа оборотов, определяющие путевые интервалы подачи сигнала, задают (программируют) так, чтобы были удовлетворены вышеформулированные условия, отраженные на фиг.3, 4 и 5 и поясненные графиками на фиг. 6 и 10. На фиг.11 показан также соединенный с регистрирующим прибором 3 фотоэлектрический датчик 4, реагирующий на стойки 5 с наклеенной на них световозвращающей пленкой, которые устанавливают на границах измерительных участков и отрезков в случаях, когда производят непосредственную разметку испытательной трассы, например, с помощью лазерных светодальномеров. В случаях, когда используют программируемый счетчик числа оборотов, то при совместной работе с датчиком 1 датчик 4 формирует сигналы входа и выхода транспортного средства на измерительный участок, чем обеспечивают прецизионное измерение радиуса качения колеса. Фотоэлектрические датчики 1 и 4, а также провод питания 6 соединяют с регистрирующим прибором 3 посредством коллектора 7.

Затем осуществляют выбег транспортного средства путем установки нейтрали в КПП

непосредственно перед входом на первый измерительный участок с начальной скорости, близкой к максимальной. Отсчет времени начинают в момент прохождения границ участков, т.е. точек 1, 2, 3 и 4, а заканчивают одновременно в момент остановки автомобиля за пределами второго измерительного участка, т.е. за меткой 4. Точность измерения интервалов времени выбега  $T_1-T_2$ ,  $T_2-T_3$ ,  $T_3-T_4$  ( $\Delta t'$ ,  $\Delta t''$ ,  $\Delta t'''$ ) обеспечивают в пределах не ниже, чем  $\pm 0,5$  мс, а точность разметки трассы - до  $\pm 1$  см на 1000 м или 0,001%. После этого определяют параметры сопротивлений движению путем подстановки измеренных величин времени выбега в соотношение длин измерительных отрезков как функций времени, не содержащих скорость.

Обозначив отношение длин участков как  $\sigma$ , записывают для участков 1-2 и 3-4 (фиг.3)

$$\frac{\Delta s_{12}}{\Delta s_{34}} = \frac{s_1 - s_2}{s_3 - s_4} = \sigma. \quad (7)$$

Далее подставляют измеренные значения времени выбега в формулу (2) и получают следующее выражение для величин  $\Delta S_{12}$  и  $\Delta S_{34}$

$$\Delta s_{1,1+1} = \frac{\delta}{\sigma} \left[ \frac{\cos(\omega B T_{1+1} + \beta_0)}{\cos(\omega B T_1 + \beta_0)} - b(T_{1+1} - T_1) \right]. \quad (8)$$

где  $i$  принимает значения 1 и 3, а  $i+1$  соответственно 2 и 4.

Подставляют два таких выражения в (7) и получают

$$\frac{\cos \alpha_2}{\cos \alpha_1} \frac{\cos \alpha_3}{\cos \alpha_4} \sigma = h(T_1 - T_2 - \sigma(T_3 - T_4)). \quad (9)$$

где  $\alpha_i = BT_i + \beta_0$  ( $i=1,2,3,4$  - номера измерительных участков).

Осуществляя выбег поддомкраченных колес и трансмиссии автомобиля, находят коэффициенты  $b$  и  $h$  линейной части функции сопротивлений, после чего из уравнения (9) находят значение корня  $B$ .

Почленное суммирование двух выражений вида (8) после преобразований дает уравнение, из которого находят

$$\sigma = \frac{ab}{(a+1)\Delta s_{12}} \left[ 1 + \frac{\cos \alpha_2}{\cos \alpha_1} \frac{\cos \alpha_4}{\cos \alpha_3} - h(T_1 - T_2 + T_3 - T_4) \right]. \quad (10)$$

и далее из (5) определяют коэффициент  $a$

$$a = \frac{b^2}{Z^2 c}. \quad (11)$$

В том случае, если длина ровной прямолинейной и горизонтальной части трассы не позволяет полностью завершить выбег транспортного средства до его остановки, производят разметку двух коротких измерительных участков дороги аналогично участкам 1-2 и 3-4 на фиг.3 так, чтобы неровная или непрямолинейная часть пути оставалась между ними, т.е. промежуточный участок располагают с возможностью полного перекрытия им непригодного для этих испытаний участка.

При этих условиях размещение на дороге двух измерительных участков может

С 1 6 6 5 0 3 1 2 Р У

Р У 2 1 3 0 5 9 9 С 1

осуществляться в различных вариантах, в частности, показанных на фиг.7, 8, 9. На фиг.7 изображена трасса типа трека с наложением эпюры скоростей движения, на которой измерительные участки 1-4 и 4'-7 разделены между собой виражами. На фиг. 8 показана трасса, на которой измерительные участки размещены между разворотными петлями, причем для выбега по второму измерительному участку 4'-7 использован первый участок 1-4, но с реверсивным движением по нему. На фиг. 9 измерительные участки размещены между собой криволинейным промежуточным участком 4-4', а выбег может осуществляться в обоих направлениях трассы, т.е. начальная граница первого участка совпадает с конечной границей второго участка и наоборот.

В описываемом случае больший измерительный участок 1-4 разбивают не менее, чем на три отрезка, меньший 4'-7 не менее, чем на два отрезка для дополнительных измерений времени, размечая их с вышеуказанный точностью и устанавливая на их границах световозвращающие метки. После разгона автомобиль переводят в режим выбега установкой нейтрали в КПП перед меткой 1 первого измерительного участка 1-4. При движении по промежуточному участку точке 4 подбирают такую скорость входа на измерительный участок 4'-7, при которой с целью наиболее рационального использования длины этого второго участка автомобиль останавливался бы в его конце (точнее - на его последнем отрезке 4-5 (фиг. 4) или 6-7 (фиг. 5)). При этом время выбега с точки 4 выхода с первого измерительного участка до точки 4' входа на второй определяют из двух или более соотношений длин указанных отрезков как функций регистрируемого времени выбега на измерительных участках, т.е. необходимо определить такое значение времени  $T_c$  (фиг.5 и 10), которое было бы затрачено на прохождение автомобилем участка 4-4' в непрерывном движении выбегом сначала по участку 1-4, затем по указанному участку 4-4' и затем по участку 4'-7 вплоть до остановки на его последнем отрезке, причем так, чтобы участки кривой выбега в координатах путь - время (фиг. 10) на участках 1-4 и 4'-6 легли бы на единую общую кривую 0<sub>0</sub>-0<sub>0</sub> подобно тому, как участки 1-2 и 3-4 лежат на единой кривой 1-0<sub>0</sub> (см. фиг.6) для случая, показанного на фиг.3.

Это согласующее время  $T_c$  отличают от технологического времени  $T_t$  (см. фиг. 7) перемещения исследуемого объекта по промежуточному участку, на котором с целью подбора требуемой скорости входа на второй измерительный отрезок применяют торможение или разгон двигателем.

При использовании, например, измерительных участков, разбитых на три отрезка (см. фиг.5), измеряют интервалы времени выбега  $T_1$ ,  $T_2$  и  $T_3$  соответственно от меток 1, 2 и 3 до концевой метки 4 первого участка, а также  $T_4$ ,  $T_5$ ,  $T_6$  при движении по второму по ходу движения измерительному участку.

После измерения указанных выше значений времени их используют совместно с ранее измеренными длинами участков,

применяя зависимости (7) и (8). Поскольку в отличие от движения выбегом в основном варианте разметки трассы в описываемом последнем случае к искомой величине  $B$  добавляется время  $T_c$ , то зависимости вида (7) и (8) используют для составления системы из двух уравнений. Например, в случае разбиения участков 1-4 и 4'-7 на три отрезка в выражение (7) подставляют последовательно длины двух несмежных, но одинаковых участков, например, 1-3 и 4'-6, т.е. когда  $\sigma = 1$ . Второе уравнение системы составляют для двух неодинаковых по длине участков, например, 2-4 и 4'-5. В результате параметры  $B$  и  $T_c$  определяются из системы уравнений

$$\left. \begin{aligned} \frac{\cos A_3}{\cos A_1} \cdot \frac{\cos d_4}{\cos d_6} &= e^{B(T_1-T_3-T_4+T_6)} \\ \frac{\cos A_0}{\cos A_2} \cdot \left[ \frac{\cos d_4}{\cos d_5} \right]^2 &= e^{B(T_2-2(T_4-T_5))} \end{aligned} \right\}, \quad (12)$$

в которой

$$A_i = B(T_i + T_c + T_4) + \beta_0,$$

25  $i = 0, 1, 2, 3$ , причем  $T_0 = 0$ :

$T_c$  - время прохождения промежуточного участка при непрерывном выбеге;  
 $\alpha_j = BT_j + \beta_0$ , ( $j = 4, 5, 6$ ).

30 причем в формуле  $c$  в соответствии с разметкой измерительных участков  $\alpha_2$  принимает значение  $A_0$ ;  $\alpha_1$  - значение  $A_1$ ;  $\alpha_3$  - значение  $\alpha_4$  и  $\alpha_4$  - значение  $\alpha_6$ .

35 Затем, располагая значениями  $B$  и  $c$ , параметр  $a$  находят по формуле (11).

Выражения (9)-(12) являются 40 характеристическими соотношениями для определения времени движения  $T_c$  между измерительными участками и параметров сопротивлений движению.

45 Таким образом, все параметры сопротивления движению, являющиеся в уравнении движения коэффициентами при членах нулевой, первой и второй степени скорости, могут быть определены с использованием полного времени выбега автомобиля от высокой начальной скорости до полной остановки.

50 Полученные экспериментальные данные передаются на компьютер для обработки, в результате чего могут быть оперативно определены параметры сопротивления движению транспортного средства, а в совокупности со способом разделения аэродинамических сопротивлений и сопротивления качению [16] - коэффициент аэродинамического сопротивления  $c_x$  и зависимость коэффициента сопротивления качению от скорости. В совокупности со стендовыми нагрузочными характеристиками двигателя оперативно рассчитываются параметры топливной экономичности автомобиля (путевые расходы топлива) и оценивается влияние на них вышеперечисленных сопротивлений движению, а также передаточных чисел трансмиссии.

55 Способ может применяться в следующих основных сферах испытаний:

60 1) при испытаниях и доводке всех видов и

R  
U  
2  
1  
3  
0  
5  
9  
9  
  
C  
1

типов автомобилей по параметрам аэродинамических качеств и топливной экономичности, при испытаниях и доводке шин по параметрам сопротивлений качению;

2) для определения в реальных дорожных условиях констант  $a$ ,  $b$  и  $c$  функции сопротивления движению для ввода в программу нагружения барабанных стендов для стендовых испытаний автомобилей на токсичность и топливную экономичность;

3) для определения параметров сопротивлений движению рельсовых, в первую очередь, железнодорожных, транспортных средств;

4) для определения аэродинамических сопротивлений и сопротивлений качению летательных аппаратов в фазе пробега на взлетно-посадочной полосе.

Достигнутые точность, чувствительность способа и воспроизводимость полученных с его помощью результатов обеспечивают получение данных, не уступающих по этим критериям результатам, получаемым в аэродинамических трубах, а в части сопротивления качению - на барабанных шиноиспытательных стендах, причем со снижением на порядок стоимости обоих видов испытаний.

Способ позволяет испытывать все виды пассажирских и грузовых автомобилей и автопоездов, а также подвижной железнодорожный состав, снимая ограничения по их предельной габаритной длине, предельной площади мидель-сечения, максимальной массе и числу осей.

Способ позволяет сократить длину потребных для испытаний измерительных участков динамометрических дорог автополигонов с 1600-2200 м до 600-900 м, что существенно расширяет сферу его использования в заводской практике при высокой точности измерений.

#### Источники информации

1. Яковлев Н.А. Определение коэффициента сопротивления качению и воздуха. "Мотор", 1934, N 12.
2. Фалькевич Б.С. Дорожные испытания автомобилей. Гострансиздат, М.-Л., 1936.
3. Зимелев Г.В. Теория автомобиля. -М.: Машгиз, 1951.
4. Иларионов В.А. Об определении сопротивлений движению автомобиля методом затухающего движения. "Автомобильная и тракторная промышленность", 1954, N 9.
5. Hoerner, S. The determination of aerodynamic resistance of vehicles from free motion method. VDI, 79 (1935), 1028-1033.
6. White R. A. & Korst H.H., The Determination of Vehicle Drag Contributions from Coast-Down Tests. SAE 720099, 1972.
7. Yasin T.P., The Analytical Basis of Automobile Coastdown Testing. SAE 780334, 1978.
8. Staska G., Quantifying Resistance in Road Tests, Automobiltechnische Zeitschrift, 86, 1984.
9. Evans E.M. & Zermoch P.J., Measurement of the Aerodynamic and Rolling Resistances of Road Tanker Vehicles from Coast-Down Tests, Proc Inst of Mech Engineers, Vol. 198D, N11, 1984.
10. Passmore M.A. & Jenkins E.G., Measuring Vehicle Drag Forces Using an On-Board Microcomputer, Proc Inst of Mech

Engineers, DO3389 Vol.204, 1990.

11. Passmore M. A. & Le Good G.M., A Detailed Drag Study Using the Coastdown Method, SAE 940420, 1994.

12. Петрушов В.А. и др. Мощностной баланс автомобиля. -М.: Машиностроение, 1984.

13. Патент РФ N 1150512 "Способ определения сопротивления движению колесного транспортного средства", G 01 M 17/00, заявл. 09.07.81, автор В.А.Петрушов.

14. Петрушов В. А. Решение задачи интегрирования уравнения затухающего движения автомобиля в переменных пути - время и ее практические приложения. Труды НАМИ, 1986.

15. Петрушов В.А., Хур Н.Г., АН И.К., High Accuracy Coastdown Test Method by Distance-Time Measurement: Development of Short Distance Method and its Evaluation - Высокоточные испытания по методу выбега с помощью измерений пути и времени: разработка метода коротких измерительных трасс. Korea Society of Automotive Engineers, Inc. Paper N 953730, 1995.

16. Патент РФ N 1386862 "Способ определения аэродинамического сопротивления и сопротивления качению движителя колесного транспортного средства", G 01 M 17/00, заявл. 03.04.88, автор В.А.Петрушов.

#### Формула изобретения:

1. Способ определения сопротивления движению транспортного средства, заключающийся в том, что осуществляют выбег транспортного средства на испытательной трассе с измерительными участками, размеченными на ней по результатам предварительного выбега, регистрируют время выбега от границ измерительных участков до момента остановки и определяют сопротивления движению по зависимости между длинами измерительных участков и значениями времени выбега, не содержащей скорости, отличающейся тем, что предварительный выбег совершают со скоростью, выбранной исходя из условий и задач эксперимента, до остановки транспортного средства, измеряют время выбега и путь для построения кривой пути в функции времени, на основании которой выбирают длины и относительное расположение измерительных участков на испытательной трассе, при этом длину первого по ходу транспортного средства измерительного участка выбирают большей длины второго измерительного участка с отделением их друг от друга промежуточным отрезком при условии прохождения каждого из измерительных участков транспортным средством с примерно одинаковым временем, после чего определяют коэффициент "c" при квадрате скорости в функции сопротивления движению по зависимости

$$c = \frac{\sigma \delta}{(0+1)g\Delta S_{12}} \left[ 1 + \frac{\cos \alpha_2}{\cos \alpha_1} \frac{\cos \alpha_4}{\cos \alpha_3} - h(t_1 - t_2 + t_3 - t_4) \right],$$

60 где  $\sigma$  - отношение длин измерительных участков;

$\delta$  - коэффициент вращающихся масс автомобиля;

$g$  - ускорение силы тяжести;  
 $\Delta S_{12}$  - длина первого измерительного участка;

C  
1  
9  
9  
0  
5  
0  
3  
1  
2  
R  
U

C1 C0 9 9 5 0 3 1 2 RU

$\alpha_i = BT_i + \beta_0$  ( $i = 1, 2, 3, 4$  - номера измерительных участков);

$h$  - величина, определяемая из соотношения  $h = \frac{gb}{20}$ , в котором "b" -

коэффициент при первой степени скорости  $V$  в функции сопротивления движению, взятый из опытов с трансмиссией транспортного средства;

$T_i$  - время движения от границы  $i$ -того участка до остановки транспортного средства;

$B$  - корень уравнения

$$\frac{\cos\alpha_2}{\cos\alpha_1} \left( \frac{\cos\alpha_3}{\cos\alpha_4} \right)^a = \frac{h(t_1 - t_2 - a(t_3 - t_4))}{},$$

$$\beta = a \operatorname{atan} \frac{h}{B},$$

и коэффициент "a" при нулевой степени скорости в функции сопротивления движению определяют по зависимости

$$a = \frac{\delta^2}{g_z c} (v^2 + h^2).$$

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что при использовании испытательной трассы с неровной и/или непрямолинейной частью промежуточный участок располагают, полностью перекрывая им эту часть, больший измерительный участок разбивают не менее

чем на три отрезка, меньший не менее чем на два отрезка для дополнительных измерений времени, после чего при определении коэффициентов сопротивлений движению "c" и "a" входящий в них параметр  $B$  определяют из системы уравнений

$$\frac{\cos\alpha_3}{\cos\alpha_1} \cdot \frac{\cos\alpha_4}{\cos\alpha_6} = e^{\frac{h(t_1 - t_3 - t_4 + t_6)}{}} \quad \left. \right\},$$

$$10 \quad \frac{\cos\alpha_0}{\cos\alpha_2} \cdot \left( \frac{\cos\alpha_4}{\cos\alpha_6} \right) = e^{\frac{h(t_2 - 2(t_4 - t_6))}{}},$$

где  $A_i = B(T_i + T_c + T_4) + \beta_0$ , ( $i = 0, 1, 2, 3$ , причем  $T_0 = 0$ );

15  $T_c$  - время прохождения промежуточного участка при непрерывном выбеге  $\alpha_j = BT_j + \beta_0$ , ( $j = 4, 5, 6$ ),

причем в формуле "c" в соответствии с разметкой измерительных участков  $\alpha_2$  принимает значение  $A_0$ ;  $\alpha_1$ -значение  $A_1$ ;  $\alpha_3$ - значение  $\alpha_4$  и  $\alpha_4$ -значение  $\alpha_6$ .

20 3. Способ по пп.1 и 2, отличающийся тем, что моменты прохождения границ измерительных участков и отрезков регистрируют по числу оборотов колеса транспортного средства с прецизионно измеренным радиусом качения.

30

35

40

45

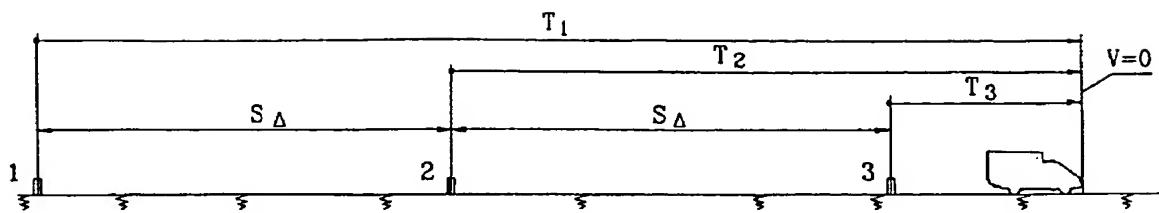
50

55

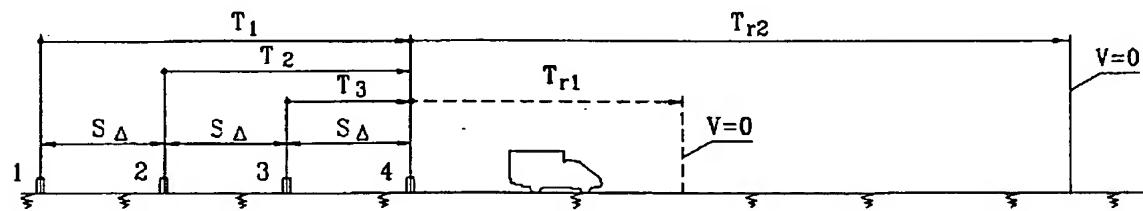
60

RU 2130599 C1

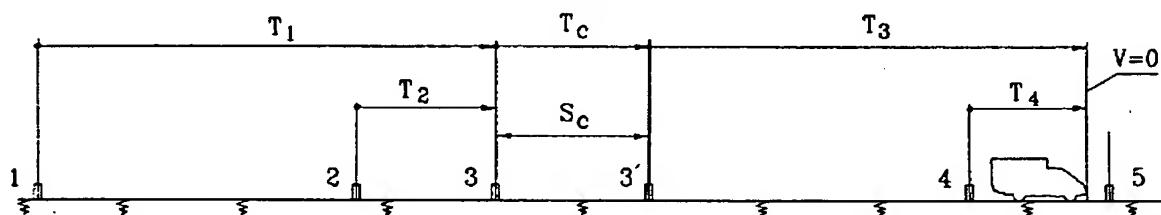
R U 2 1 3 0 5 9 9 C 1



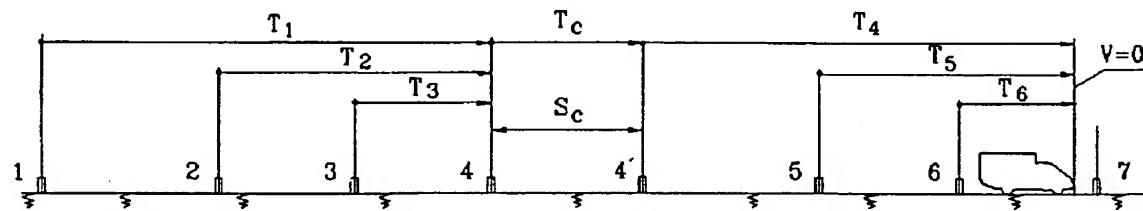
Фиг. 1



Фиг. 2



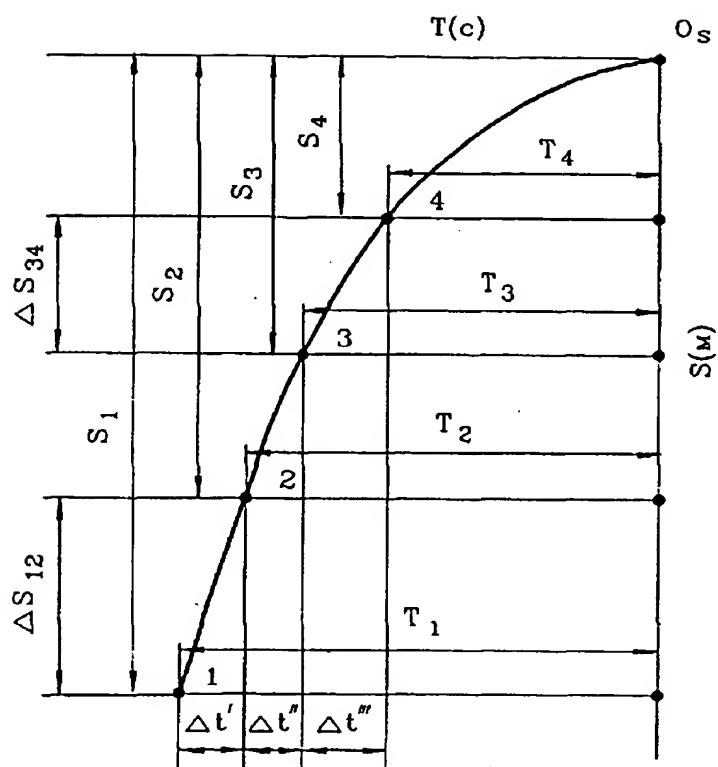
Фиг. 4



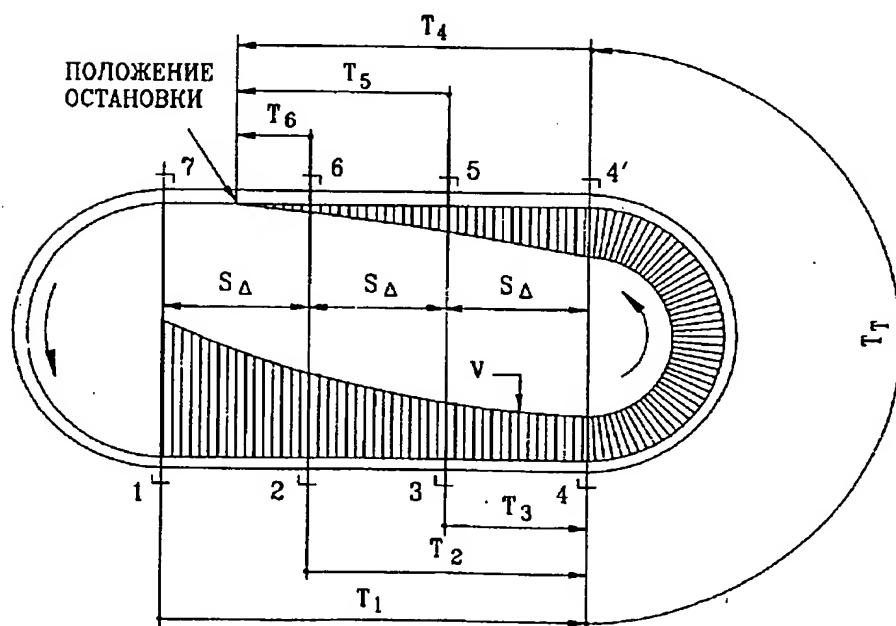
Фиг. 5

R U 2 1 3 0 5 9 9 C 1

R U 2 1 3 0 5 9 9 C 1



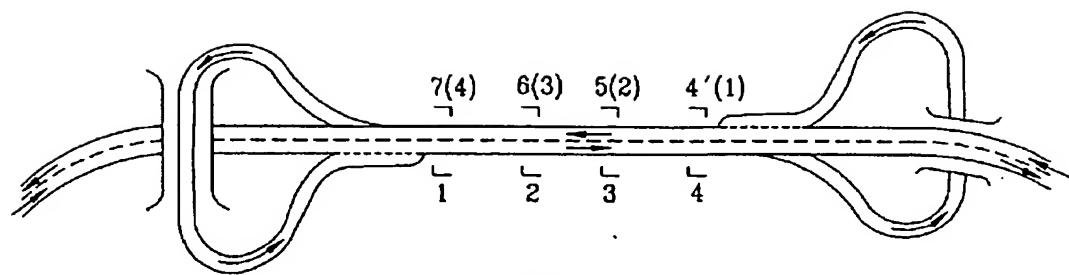
Фиг. 6



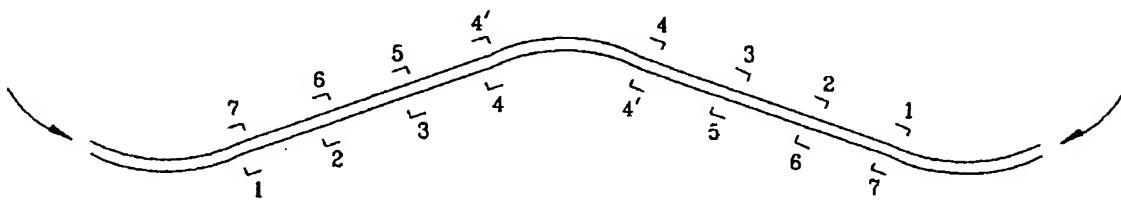
Фиг. 7

R U 2 1 3 0 5 9 9 C 1

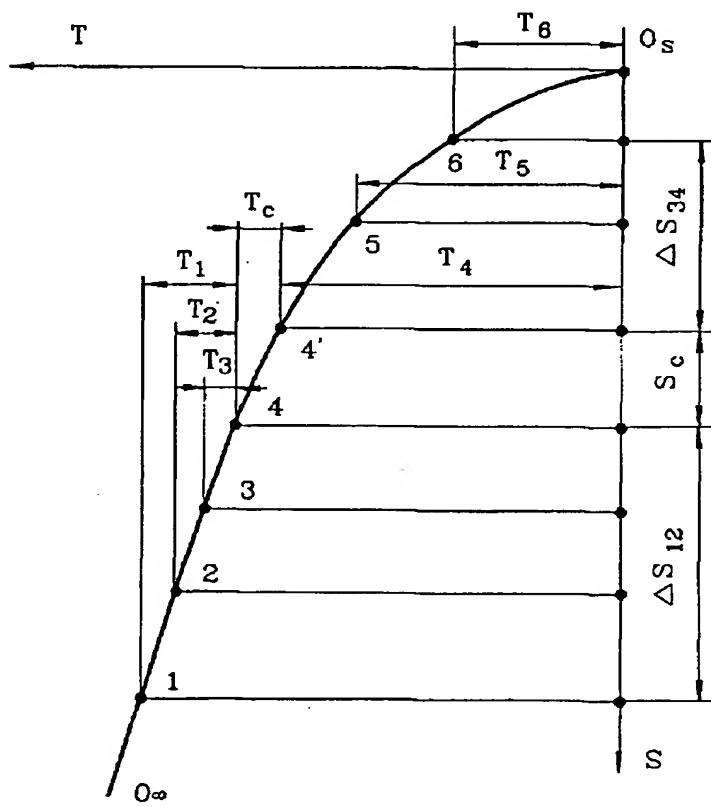
R U 2 1 3 0 5 9 9 C 1



ФИГ. 8



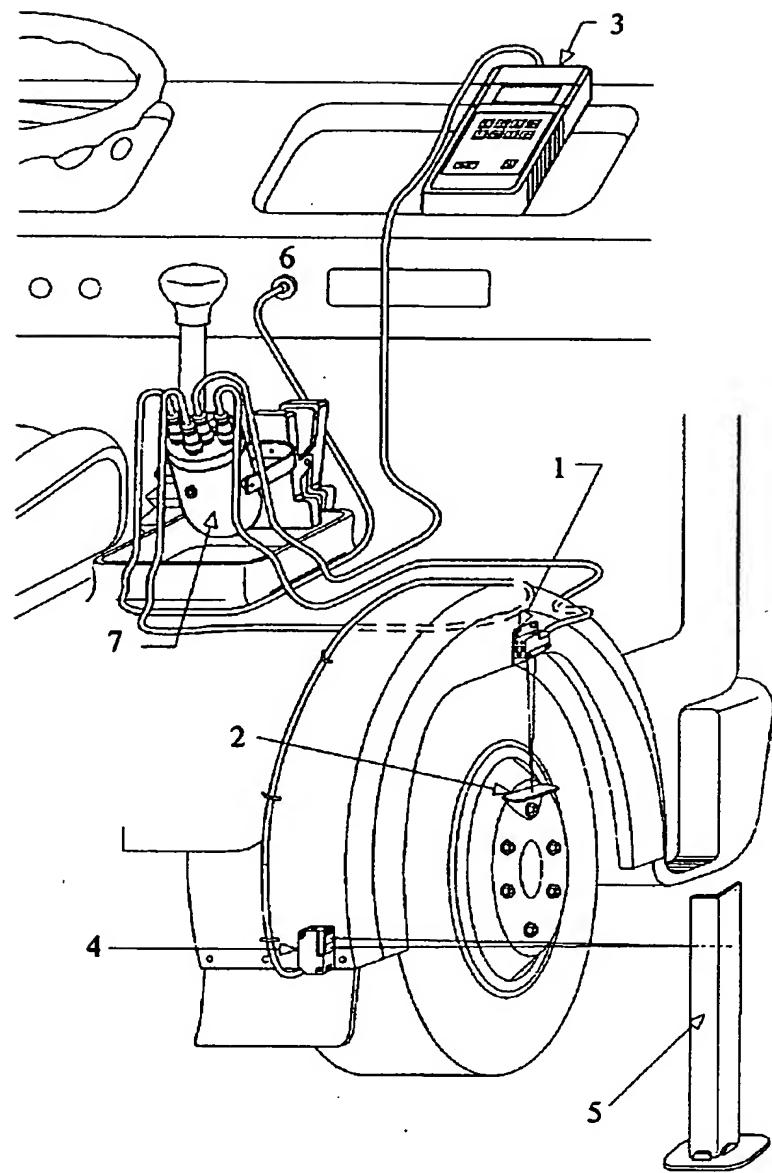
ФИГ. 9



ФИГ. 10

R U 2 1 3 0 5 9 9 C 1

РУ 2130599 С1



Фиг.11

РУ 2130599 С1

This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record

## BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT OR DRAWING
- BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- GRAY SCALE DOCUMENTS
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- REPERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images problems checked, please do not report the problems to the IFW Image Problem Mailbox**